



TUGAS AKHIR- ME141501

DESAIN SISTEM PENDINGIN RUANG MUAT KAPAL IKAN TRADISIONAL MENGGUNAKAN INSULASI DARI SEKAM PADI

Muhammad Abidin
NRP 4213 100 041

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”



TUGAS AKHIR – ME141501

**DESAIN SISTEM PENDINGIN RUANG MUAT KAPAL IKAN TRADISIONAL
MENGUNAKAN INSULASI DARI SEKAM PADI**

Muhammad Abidin
NRP 4213 100 041

Dosen Pembimbing :
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc

Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”



FINAL PROJECT – ME141501

COOLING SYSTEM DESIGN FOR COLD STORAGE OF TRADITIONAL FISHING BOAT USING INSULATION FROM RICE HUSK

Muhammad Abidin
NRP 4213 100 041

Advisor :
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc

Department Of Marine Engineering
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN SISTEM PENDINGIN RUANG MUAT KAPAL IKAN TRADISIONAL
MENGUNAKAN INSULASI DARI SEKAM PADI**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Muhammad Abidin
NRP. 4213 100 041**

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :



Ir. Alam Baharamsyah, M.Sc
NIP. 1968 0129 1992 03 1001

**SURABAYA
JULI 2017**

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN SISTEM PENDINGIN RUANG MUAT KAPAL IKAN TRADISIONAL MENGUNAKAN INSULASI DARI SEKAM PADI

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Machinery and System (MMS)*
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Muhammad Abidin
NRP. 4213 100 041

Disetujui oleh :

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP. 1977 0802 2008 01 1007

SURABAYA
JULI 2017

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

DESAIN SISTEM PENDINGIN RUANG MUAT KAPAL IKAN TRADISIONAL MENGUNAKAN INSULASI DARI SEKAM PADI

Nama Mahasiswa : Muhammad Abidin
NRP : 4213 100 041
Departemen : Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc

Abstrak

Mutu ikan adalah faktor penting dan menentukan harga jual ikan yang tinggi di pasaran. Dalam mencapai hal itu maka diperlukan penanganan yang tepat dalam proses pendinginan ikan sebelum dijual. Untuk menjaga kesegaran ikan, nelayan biasanya menggunakan coolbox yang berbahan dasar Styrofoam sebagai isolasinya. Pada penelitian ini memodifikasi coolbox menggunakan sekam padi yang dijadikan sebagai insulasi pada coolbox. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh insulasi menggunakan sekam padi terhadap waktu dan temperatur dimana akan dibandingkan dengan coolbox Styrofoam. Sebelum dilakukan percobaan, hal pertama yang dilakukan adalah pengujian pada komposisi sekam padi dengan semen putih. Dimana komposisi yang paling baik yang akan dijadikan sebagai insulasi pada coolbox. Pengujiannya adalah konduktivitas termal, massa jenis, dan uji kekuatan lentur. Dari hasil pengujian didapatkan komposisi sekam padi dan semen putih terbaik adalah 1:1 dimana memiliki nilai konduktivitas termal (0,746 W/mK) dan massa jenis ($0,32 \text{ gr/cm}^3$) yang lebih baik dibandingkan dengan komposisi yang lain. Pada percobaan yang telah dilakukan dengan menggunakan 3 kg es basah didapatkan bahwa dalam waktu pendinginan selama 24 jam, coolbox sekam padi memiliki suhu terendah $13,5^\circ\text{C}$ dan pada coolbox Styrofoam temperature terendah yang didapatkan adalah $10,6^\circ\text{C}$.

Kata kunci : Teknologi Insulasi, Coolbox dan Pendinginan Ikan

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

COOLING SYSTEM DESIGN FOR COLD STORAGE OF TRADITIONAL FISHING BOAT USING INSULATION FROM RICE HUSK

Student Name : Muhammad Abidin
NRP : 4213100041
Departement : Marine Engineering
Supervisor : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc

Abstract

Quality of fish is an important factor and determines the high selling price of fish in the market. In achieving that it will require proper handling in the process of cooling the fish before it is sold. To keep the freshness of the fish, fishermen usually use Styrofoam-based coolbox as its isolation. In this study modify coolbox using rice husk which serve as insulation on coolbox. This study aims to determine the effect of insulation using rice husk over time and temperature which will be compared with Styrofoam coolbox. Before the experiment, the first thing to do is to test the composition of rice husk with white cement. Where is the best composition to be used as insulation on coolbox. The tests are thermal conductivity, density, and flexural strength tests. From the test results obtained the best composition of rice husk and white cement is 1: 1 which has a thermal conductivity (0.746 W / mK) and density (0.32 gr / cm³) better than other compositions. In the experiments performed using 3 kg of wet ice it was found that in 24 hours cooling time, the rice husk coolbox had the lowest temperature of 13.5 ° C and the lowest Styrofoam coolbox temperature was 10.6 ° C.

Keywords : Insulation technology, Coolbox and Fish Refrigeration

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul “Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Menggunakan Insulasi Dari Sekam Padi”.

Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada bidang studi Marine Machinery and System (MMS), Program studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik atas dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta beserta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan dorongan spiritual dan materi sehingga penulis bisa menyelesaikan pendidikan.
2. Bapak Ir. Alam Baheramsyah M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan nasehat selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT., selaku kepala departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
4. Seluruh dosen dan staf pegawai Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS yang telah memberikan ilmu yang tidak terkira banyaknya kepada penulis.
5. Bapak Ir. Alam Baheramsyah M.Sc., selaku kepala Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem yang telah memberikan tempat kepada penulis dalam pengerjaan tugas akhir.
6. Kepada sahabat coolbox, Miftah Nur Hidayat, Mayang Krisna dan Andri Cahya yang telah memberikan dan berbagi ilmu agar dalam pengerjaan tugas akhir ini berjalan lancar.
7. Kepada keluarga Surabaya, Fajar Ade Putra, Bambang Setiawan, Haikal Rusdi, Bima Ero, Muhammad Fadli, Ardianus, Akalifa, Niko maqbulanyi dan Saipul yang telah memberikan dorongan semangat selama berkuliah diITS dan agar tugas akhir ini berjalan dengan lancar, Salam Anak Rantau !!.
8. Rekan-rekan civitas Laboratorium Mesin Fluida dan sistem, Boy,Bowo,Yuda Adi, Yuda Agus, Huron, Faisal, Rama, Dimas, Ipul, Arfan, Odit, Andri, Bikso, Arif Maul, Bram, Fegi, Ivan, Tio, Manas, Nova, Mayang, Septi, Riko, Wasis, Rizki terimakasih atas bantuan dan motivasinya dalam pengerjaan tugas-tugas dan tugas akhir ini.
9. Seluruh teman-teman Barakuda'13 yang selalu memberi masukan dan dukungan dalam pengerjaan tugas akhir ini maupun tugas lainnya sehingga memperlancar dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh civitas akademika Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang sedikit banyak membantu dalam memberikan informasi selama pengerjaan tugas akhir ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan masukan hingga terselesainya tugas akhir ini.

Penulis sadar bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangan yang penulis lakukan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat berguna dan menambah ilmu bagi kita semua. Amin.

Surabaya, 19 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan.....	i
Lembar Pengesahan.....	iii
Abstrak	v
Kata Pengantar	ix
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Permasalahan	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Permasalahan.....	2
1.5. Manfaat	2
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 3
2.1. Coolbox.....	3
2.2. Teknologi insulasi.....	3
2.3. Isolasi Panas.....	3
2.4. Perpindahan Panas	5
2.4.1. Konduksi.....	5
2.4.2. Konveksi.....	5
2.4.3. Radiasi	6
2.5. Sekam padi.....	6
2.6. Semen.....	7
2.7. Hasil Penelitian Sebelumnya	8
 BAB III METODE PENELITIAN.....	 11
3.1. Metodologi	11
3.2. Tahapan Pengerjaan Skripsi.....	11
3.3. <i>Flowchart</i> Pengerjaan Skripsi.....	13

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	15
4.1. Pembuatan Spesimen Uji	15
4.1.1. Pembuatan Spesimen untuk Pengujian Massa jenis	15
4.1.2. Pembuatan Spesimen untuk uji konduktifitas termal	16
4.1.3. Pembuatan Spesimen untuk <i>Bending Strength Test</i>	16
4.2. Pengujian Spesimen	17
4.2.1. Pengujian Massa Jenis	17
4.2.2. Pengujian Konduktifitas Termal	18
4.2.3. Pengujian Beban Lentur (<i>Bending Strength Test</i>)	20
4.3. Pembuatan Coolbox	22
4.4. Percobaan Coolbox	23
4.4.1. Peralatan dan Bahan yang Digunakan	23
4.4.2. Langkah Percobaan	25
4.5. Analisa Hasil Percobaan	26
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 31
5.1. Kesimpulan	31
5.2. Saran	31
Daftar Pustaka	33
lampiran	35
biodata Penulis	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Bahan Penyusun Dinding Pendingin	12
Gambar 3. 2 Pandangan Samping Desain Alat Pendingin	12
Gambar 4. 1 Spesimen untuk pengujian Massa Jenis.....	15
Gambar 4. 2 Spesimen untuk pengujian konduktifitas termal.....	16
Gambar 4. 3 Spesimen untuk pengujian Beban Lentur	17
Gambar 4. 4 Grafik Nilai Massa Jenis.....	18
Gambar 4. 5 Skema Pengujian Spesimen.....	19
Gambar 4. 6. Grafik Nilai Konduktivitas Termal.....	20
Gambar 4. 7. Pengujian Bending Strenght Test	21
Gambar 4. 8. Grafik Nilai Beban Lentur	22
Gambar 4. 9 Coolbox dengan Insulasi dari Sekam Padi	23
Gambar 4. 10 Coolbox menggunakan insulasi dari Sekam.....	24
Gambar 4. 11 Coolbox menggunakan Styrofoam	24
Gambar 4. 12 Termometer	25
Gambar 4. 13. Es Basah pada Coolbox	25
Gambar 4. 14 Proses pengukuran temperatur Coolbox	26
Gambar 4. 15 Grafik perbandingan temperatur Coolbox Sekam padi dengan Coolbox Styrofoam	28

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konduktivitas beberapa bahan	4
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Sekam Padi	7
Tabel 2. 3 Komposisi Kimia Sekam Padi	7
Tabel 4. 1 Hasil pengujian.....	18
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Konduktivitas Termal	19
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Beban Lentur	21
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian.....	22
Tabel 4. 5 Pengukuran temperatur didalam dan diluar Coolbox	26

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan memiliki sumber protein yang tinggi dan nilai gizi yang tinggi yang diperlukan oleh setiap orang. Sebagai sumber makanan yang memiliki nilai gizi bagi manusia maka kualitas ikan harus menjadi hal nomor satu. Ikan laut ditangkap oleh nelayan yang kemudian disimpan di ruang muat kapal selama sehari-hari sampai kapal sandar didaratan. Tingginya nilai protein pada ikan membuat ikan akan cepat untuk mengalami pembusukan, apabila tidak ditangani segera maka ikan akan mengalami pembusukan 6-7 jam setelah penangkapan ikan. Hal ini terjadi karena kondisi didalam ruang muat penyimpanan ikan. Keadaan didalam ruang muat ikan sangat berpengaruh terhadap kualitas ikan dan berimbas kepada pendapatan dari nelayan karena hanya ikan yang berkualitas baiklah yang memiliki harga tinggi dan ikan yang memiliki kualitas rendah memiliki harga rendah namun tidak dipungkiri juga jika keadaan ikan yang sudah busuk maka ikan itu juga akan dibuang.

Secara umum cara yang dilakukan oleh nelayan untuk menangani masalah ini adalah dengan sistem pendinginan. Media yang digunakan nelayan dengan cara ini adalah menggunakan es basah atau yang biasa dikenal dengan es balok. Namun pendinginan dengan menggunakan media ini tidak terlalu efektif dimana es basah memiliki berat yang bisa mengurangi muatan ikan dikapal dan es basah juga cepat mencair. Selain menggunakan es basah sebagai pendinginan, nelayan juga menambahkan garam ke es basah dan ikan untuk mengawetkan ikan lebih lama namun cara ini juga dapat mengubah rasa dari ikan yang telah ditangkap menjadi lebih asin.

Cara lain yang dapat digunakan adalah menggabungkan antara es basah dengan es kering. Menurut (Aziz, 2012) penggunaan campuran es kering dan es basah dapat mempertahankan dingin selama 52 jam dan dalam waktu 2 jam untuk mencapai suhu terendah -2°C dengan beban ikan seberat 95 kg. Es kering disini berfungsi sebagai pendingin sistem diruang muat kapal ikan dimana es kering juga akan mendinginkan es basah yang menjadi pendingin ikan. Es kering memiliki suhu yang lebih rendah dari es basah yaitu -78.5°C (-109.3°F) pada tekanan atmosfer. Penggunaan insulasi pada kotak penyimpanan ikan bisa mempertahankan dingin selama 75 jam dengan suhu terbaik sebesar -2°C -5°C dimana hasil penelitian ini lebih baik dari penelitian sebelumnya. Insulasi yang dipakai disini adalah menggunakan Insulasi menggunakan Freon (Putra, 2014). Sehingga dari hasil penelitiannya dapat dikatakan bahwa dengan adanya insulasi dengan Freon berpengaruh terhadap waktu dan suhu pendinginan.

Inovasi yang dapat dilakukan peneliti adalah dengan pemanfaatan insulasi menggunakan sekam padi. Saat ini sekam padi masih belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Sekam padi memiliki kemampuan sebagai isolator panas salah satu diantaranya adalah sebagai pengawetan es terhadap lingkungan, agar panas dari lingkungan tidak masuk kedalam es, yang dapat membuat es cepat mencair (Arbintarso, 2008). Sehingga diharapkan dengan ditambahkannya insulasi ini pada sistem pendingin bisa menambah waktu pendinginan diruang muat.

Penelitian pada skripsi ini bertujuan untuk merancang prototype sistem pendingin dengan menambahkan insulasi menggunakan sekam padi pada ruang muat kapal ikan. Penggunaan insulasi ini diharapkan dapat mempertahankan temperatur tetap

dingin sehingga ikan akan memiliki kualitas yang bagus dan memiliki nilai jual yang tinggi.

1.2. Rumusan Permasalahan

1. Apakah alat pendingin dengan insulasi menggunakan sekam padi yang dirancang dapat mempertahankan temperatur pada coolbox ?
2. Apakah coolbox dengan insulasi menggunakan sekam padi bisa mengawetkan ikan lebih lama ?

1.3. Batasan Masalah

1. Alat pendingin merupakan coolbox yang dimodifikasi dengan metode insulasi dan disesuaikan dengan kondisi kapal nelayan tradisional serta percobaan dilakukan di laboratorium.
2. Penerapan insulasi menggunakan sekam padi hanya pada coolbox yang berisi es basah.
3. Dalam penelitian ini hanya menentukan nilai massa jenis, uji lentur dan konduktifitas termal.

1.4. Tujuan Permasalahan

1. Merancang suatu prototype sistem pendingin alternatif menggunakan insulasi sekam padi.
2. Mengetahui seberapa optimal sistem pendingin dengan pengaruh insulasi sekam padi terhadap temperature dan waktu pendinginan di ruang penyimpanan ikan.

1.5. Manfaat

Mengetahui tingkat optimal sistem pendingin dengan insulasi menggunakan sekam padi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Coolbox

Kualitas dari ikan tangkapan adalah suatu hal yang sangat penting bagi nelayan dan masyarakat. Karena semakin bagus kualitas ikan tangkapan maka akan semakin tinggi pula harga ikan tersebut. Hal yang berpengaruh dari kualitas ikan hasil tangkapan nelayan adalah kondisi dari ruang penyimpanan ikan di kapal. Oleh karena itu proses penyimpanan ikan dikapal harus dibuat sebagus mungkin dengan memiliki sistem pendingin yang baik. media penyimpanan dengan sistem pendingin ini biasa disebut juga dengan coolbox.

Coolbox tidak hanya digunakan dikapal, namun pada kehidupan sehari-hari coolbox banyak digunakan sebagai tempat penyimpanan daging, sayur, buah-buahan, es batu, minuman dingin, dan lain-lain. Coolbox merupakan perlengkapan yang harus ada dikapal dan memiliki sistem pendingin yang baik. coolbox digunakan sebagai tempat penyimpanan ikan sementara dikapal sebelum ikan didistribusikan ke darat. Coolbox yang baik dapat mengurangi resiko kebusukan pada ikan, dapat menghemat pemakaian es, dan juga dapat memperbesar pendapatan nelayan.

2.2. Teknologi insulasi

Insulasi dapat mengacu pada insulasi termal, insulasi bangunan, insulasi akustik, material, insulasi listrik, dan insulasi pipa. Pada tugas ini insulasi yang dibahas adalah insulasi termal yang merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengurangi laju aliran perpindahan panas. Panas bisa berpindah secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Aliran panas dapat dikendalikan dengan proses tersebut tergantung kepada sifat material yang digunakan. Bahan yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas disebut isolator atau insulator. Sebagian besar material mempunyai sifat insulasi namun terdapat tiga bagian besar tipe insulation, yaitu :

- Resistive insulation, merupakan menghambat aliran panas dengan mengandalkan nilai resistan pada proses konduksi.
- Reflective insulation, adalah mereduksi aliran radiasi panas. Kemampuan material untuk menyerap atau meradiasikan kembali infra-red sangat tergantung dari bentuk dan warnanya. Penyerap paling bagus adalah material dengan warna hitam dan sebaliknya warna putih merupakan paling bagus sifat reflektifnya.
- Capacitive insulation, mempunyai karakteristik yang bermanfaat banyak jika fluktuasi temperatur diantara dua permukaan sangat besar. Sehingga insulasi jenis ini tidak bekerja dalam kondisi steady-state. Metode ini memanfaatkan penundaan aliran panas yang tersimpan dalam material bangunan tersebut (time-lag). Sehingga dapat memindahkan kondisi puncak aliran panas pada waktu yang dibutuhkan.

2.3. Isolasi Panas

Isolasi panas merupakan metode atau proses yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas. Aliran panas dapat dikendalikan dengan proses insulasi, tergantung

dengan sifat material yang digunakan. Bahan yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas biasanya disebut sebagai isolator atau insulator. Sehingga insulasi sangat bagus untuk melindungi kotak pendingin agar dapat menyimpan produk lebih tahan lama. Untuk mendapatkan suhu di ruang pendingin lebih efisien maka isolasi yang baik memiliki sifat-sifat seperti, memiliki konduktivitas rendah, penyerapan uap air rendah, tahan terhadap penyebab kebusukan pada produk, tahan terhadap bahan-bahan kimia, tidak membahayakan kesehatan, dan mudah ditangani. Untuk sekam padi sendiri memiliki nilai konduktivitas termal 0,0359 W/mK. Nilai konduktivitas termal terbaik dari isolator yaitu berkisar antara 0,034 – 0,21 W/ mK (Kreith,1976) dalam Arbintarso (2008). Terdapat beberapa bahan isolasi yang biasa digunakan seperti gabus, kayu kering, sekam padi, fiberglass, polyurethane, polystyrene, mineralwool dan udara vakum. Berikut nilai konduktivitas beberapa bahan insulasi alternative dari berbagai penelitian yang telah dilakukan adalah:

Tabel 2. 1 Konduktivitas beberapa bahan (Nasution, 2014) dalam Hidayat(2016)

No	Material	Konduktivitas termal (W/m°C)
1	Wood soft	0.11 - 0.16
2	Wood hard	0.11 – 0.255
3	Plywood	0.14
4	Aluminum alloy	221
5	Mild steel	45.3
6	Fiberglass reinforce plastic	0.036
7	High tensile polyethylene	0.5
8	Kulit baja kapal	0.72
9	Rongga udara	0.107
10	Styrofoam	0.03
11	Plester beton	0.72
12	Jenis kayu	0.15
13	Serat material	0.039
14	Lempengan gabus	0.043
15	Polystyrene	0.03
16	Polyurethane	0.025
17	Plaster aspal gips	0.056
18	Udara diam	0.103
19	Serut gergajian	0.065
20	Tebu	0.046
21	Sekam + polyurethane (72% + 28%)	0.029

2.4. Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah suatu energy yang berpindah karena perbedaan suhu yaitu dari suhu panas kesuhu rendah. Selain adanya perubahan suhu, panas ini nantinya akan merambat pada daerah sekitarnya. Hal ini lah yang disebut dengan perpindahan panas. Perpindahan panas terdiri dari tiga cara, yaitu : konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.4.1. Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat itu. Perpindahan kalor dengan cara konduksi biasanya terjadi pada zat padat. Suatu zat yang dapat menghantarkan panas disebut dengan konduktor, seperti bahan logam. Persamaan yang digunakan untuk menghitung perpindahan kalor secara konduksi mengikuti hukum Fourier yaitu :

$$q = -k \cdot A \frac{dT}{dx}$$

Dimana q adalah laju perpindahan kalor konduksi, Dt/dx merupakan gradient suhu kearah perpindahan panas, k merupakan konstanta konduktifitas termal dari benda dan nilai minus untuk memenuhi hukum kedua termodinamika.

2.4.2. Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas dari satu tempat ketempat lain karena adanya perpindahan fluida, proses perpindahan panas melalui proses perpindahan massa. Aliran fluida akan berlangsung sendiri akibat adanya perbedaan massa jenis karena adanya perbedaan temperature. Konveksi panas pada aliran bebas disebut dengan konveksi bebas. Mekanisme fisis perpindahan panas konveksi berhubungan dengan proses konduksi.

Konveksi pada aliran massa dapat juga diartikan dengan arus panas yang bergantung dengan aliran, luas penampang A, dan beda temperature. Dapat dilihat pada persamaan berikut ini :

$$Q = h A \Delta T$$

Dimana :

- Q = laju perpindahan panas (W)
- h = koefisien perpindahan panas konveksi ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)
- A = Luas permukaan (m^2)
- ΔT = perbedaan suhu dinding dengan fluida ($^\circ C$)

Apabila fluida tidak bergerak (atau tanpa sumber penggerak) maka perpindahan panas tetap ada karena adanya pergerakan fluida akibat perbedaan massa jenis fluida. Peristiwa ini disebut dengan konveksi alami (*natural convection*) atau konveksi bebas (*free convection*). Lawan dari konveksi ini adalah konveksi paksa (*Forced convection*) yang terjadi apabila fluida dengan sengaja dialirkan (dengan suatu penggerak) di atas plat. Atau adanya perpindahan panas karena adanya tenaga dari luar.

2.4.3. Radiasi

Radiasi adalah perpindahan panas tanpa memerlukan zat perantara (medium) tetapi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Sebagai contoh, perpindahan panas dari matahari ke bumi. Besarnya laju perpindahan panas secara radiasi adalah :

$$q = e \sigma A T^4$$

dimana :

q = laju perpindahan panas

e = emisivitas benda yang terkena radiasi ($0 < e < 1$)

σ = Konstanta Stefan-Boltzman = $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

T^4 = suhu ($^{\circ}\text{K}$)

Emisivitas benda adalah besaran yang bergantung pada sifat permukaan benda. Benda hitam sempurna (*black body*) memiliki harga emisivitas ($e = 1$). Benda ini merupakan pemancar dan penyerap yang paling baik. Permukaan pemantul sempurna memiliki nilai $e = 0$.

2.5. Sekam padi

Sekam padi adalah bagian dari bulir padi-padian (*serealia*) berupa lembaran yang kering, bersisik, dan tidak dapat dimakan, yang melindungi bagian dalam (*endospermium* dan embrio). Menurut Badan Pusat Statistik (2011), Indonesia memiliki sawah seluas 12,84 juta hektar yang menghasilkan padi sebanyak 65,75 juta ton. Limbah sekam padi yang dihasilkan sebanyak 8,2 sampai 10,9 ton. Pada keadaan normal, sekam berperan penting melindungi biji beras dari kerusakan yang disebabkan oleh serangan jamur, dapat mencegah reaksi ketengikan karena dapat melindungi lapisan tipis yang kaya minyak terhadap kerusakan mekanis selama pemanenan, penggilingan dan pengangkutan.

Saat proses penggilingan padi, sekam akan terpisah dari bulir padi dan menjadi limbah dari proses penggilingan. Proses penggilingan padi biasanya menghasilkan sekam sekitar 20 % dari bobot awal gabah (Hara 1986 dalam Bali & Prakoso 2002). Menurut Luh (1991) padi kering dalam satu malai menghasilkan 52 % beras putih (% dalam berat), 20 % sekam, 15 % jerami, dan 10 % dedak, sisanya 3 % hilang selama konversi. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar.

Sekam padi memiliki karakteristik yang memiliki bagian yang tidak keras tidak sulit dikerjakan, tidak mudah menyusut, tidak mudah mengerucut, tidak terpilintir, bengkok, terbelah atau melengkung. Sekam padi juga kuat, kaku, lurus, dan ringan, serta harga dari sekam padi lebih murah daripada kayu gelondongan (Arbintarso, 2008).

Saat ini pemanfaatan sekam padi masih belum optimal. Sekam padi mempunyai kemampuan digunakan sebagai isolator panas salah satu diantaranya adalah pengawetan es terhadap lingkungan, agar panas dari lingkungan dicegah tidak masuk ke dalam es, yang dapat menyebabkan es cepat mencair. Adanya potensi sekam padi yang memiliki ukuran partikel lebih kecil, memiliki sifat mekanis yang baik, elastis, ukuran stabil, memiliki permukaan yang kuat, tahan air dan tahan tekanan. Sifat ini memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku kayu dan juga sebagai bahan isolator

(Arbintarso, 2008). Berikut merupakan table yang menampilkan komponen yang ada didalam sekam padi.

Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Sekam Padi menurut DTC-IPB dalam Fortuna (2009)

Karbon(zat arang)	1,33 %
Hidrogen	1,54 %
Oksigen	33,64 %
Silika	16,98 %

Tabel 2. 3 Komposisi Kimia Sekam Padi menurut Juliano (1985) dalam luh (1991)

Kelembaban	7,6-10,2 %
Abu	13,2-21,0 %
Silika	18,8-22,3 %
Kalsium	0,6-1,3 mg/g
Phospor	0,3-0,7 mg/g

Sekam padi sulit untuk dinyalakan dan tidak mudah terbakar dengan api di ruang terbuka kecuali udara ditiupkan kedalamnya. Sekam padi sangat tahan terhadap kelembaban dan dekomposisi jamur yang menyebabkan sekam padi sulit untuk terurai secara alami (Anonim,2009).

Sekam padi memiliki masa jenis yang rendah yaitu 70-110 kg/m³, 145 kg/m³ ketika bergetar atau 180 kg/m³ dalam bentuk briket atau pellet (Anonim, 2009). Dengan demikian untuk penyimpanan dan transportasi, sekam padi membutuhkan volume besar, yang membuat transportasi jarak jauh menjadi tidak ekonomis. Ketika sekam padi dibakar kadar abu yang diperoleh adalah 17-26%, jauh lebih tinggi daripada bahan bakar lainnya (kayu 0,2-2%, batu bara 12,2%). Sekam padi memiliki nilai kalori tinggi rata-rata dari 3410 kkal / kg dan dapat digunakan sebagai salah satu sumber energi terbarukan (Anonim, 2009).

2.6. Semen

Perekat merupakan suatu bahan yang dapat menahan antara dua buah benda berdasarkan ikatan permukaannya (Sutigno, 1994). Perekat kayu dibedakan menjadi 2 berdasarkan komposisi bahan kimianya yaitu perekat organik dan perekat anorganik (Wills, 1965). Contoh dari perekat organik adalah urea formaldehid, fenol formaldehid, sedangkan semen, gypsum, dan magnesit adalah contoh perekat anorganik.

Semen juga disebut sebagai perekat hidrolisis, karena adanya air yang menjadi penyebab adanya daya rekat. Kualitas adukan semen yang dihasilkan ditentukan jumlah air yang dicampurkan. Jenis semen yang digunakan secara umum untuk bahan bangunan adalah semen *portland*. Semen *portland* dibuat dari hasil pembakaran bahan-bahan dasar yang terdiri dari batu kapur (yang mengandung CaO), tanah geluh atau serpih (yang mengandung H₂O dan SiO₂) dan tambahan bahan lain yang sesuai dengan jenis semen yang diinginkan. Campuran dari bahan tersebut di atas selanjutnya dibakar pada temperatur tinggi dalam tanur bakar, dan digiling halus secara mekanik sambil ditambahkan gips tak terbakar. Hasilnya terbentuk tepung kering yang dikemas dalam kantong semen.

Selain semen *Portland* juga terdapat semen *Portland* putih (*Portland White cement*). Semen putih dibuat dari bahan baku yang rendah zat besi dan magnesium oksidanya (bahan-bahan tersebut yang menyebabkan semen berwarna abu-abu). Semen putih juga memiliki kualitas yang bagus dan bermutu tinggi. Semen portland putih biasanya digunakan untuk keperluan pekerjaan-pekerjaan arsitektur, precast dan beton yang diperkuat dengan fiber, panel, cat semen, keramik serta struktur yang bersifat dekoratif namun semen putih juga bisa digunakan dalam proses konstruksi. Kelebihan dari semen putih adalah mudah dalam pengerjaan dan pembentukan, lapisan semen putih lebih tipis sehingga menghemat pemakaian semen dan memiliki sifat pastis dengan daya rekat tinggi untuk mengurangi keretakan.

Mutu semen sebagai bahan pengikat sangat ditentukan oleh mutu ikatannya, sedangkan mutu ikatan semen ditentukan oleh jenis semen. Semen *Portland* dan semen *Portland* putih cenderung lebih tahan terhadap air dan sifat mengeras lebih cepat dibandingkan dengan jenis semen yang lain, sehingga umum dipakai dalam pembuatan papan semen partikel.

2.7. Hasil Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya membahas tentang :

- a. Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional dengan Memanfaatkan Es kering (Alwi Asy'ari Aziz)
 - Metodologi:

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti menggunakan prototipe yang terdiri dari dua buah kotak dimana kotak pertama berisi es kering beserta kipas, dan kotak kedua berisi ikan dan es basah. Kemudian dilakukan penelitian tentang suhu dan waktu pendinginan.
 - Hasil:

Dari percobaan yang dilakukan maka didapatkan hasil bahwa dalam waktu 52 jam pendingin memiliki suhu yang mencapai -2°C . Dan didapatkan hasil perbandingan jumlah komponen yang ideal antara ikan, es basah, dan es kering yaitu 1 : 0,63 : 0,37.
- b. Desain Sistem Pendingin Ruang muat kapal ikan tradisional dengan teknologi Insulasi Vakum (Agung Sondana)
 - Metodologi :

Melakukan pembuatan prototipe coolbox yang ukuran dan dimensinya sama dengan penelitian sebelumnya namun menambah insulasi vakum pada dindingnya. Kemudian dilakukan analisa suhu dan waktu pendinginan.
 - Hasil:

Dari percobaan yang dilakukan didapatkan temperature terendah adalah -2°C dengan waktu pendinginan terlama 122 jam pada kondisi vakum dan 124 jam pada kondisi udara luar. Hal ini membuktikan bahwa dengan insulasi vakum dapat memperlama waktu pendinginan.

c. Modifikasi Coolbox dengan insulasi pendinginan Freon pada ruang muat kapal ikan tradisional.(Indraswara Dinda Putra)

- Metodologi:
Metode yang digunakan dalam percobaan ini adalah dengan metode berbasis percobaan dengan membuat perancangan sistem peralatan dan kemudian menguji alat tersebut.dalam penelitian ini menggunakan dua buah kotak dimana kotak pertama berisi es kering dan kipas, dan kotak kedua berisi es basah dan ikan. Pada kotak kedua dinding dirancang dengan insulasi Freon yaitu dengan memasukkan Freon pada dindingnya dan dihubungkan dengan tabung freonnya.
- Hasil:
Penggunaan insulasi Freon pada kotak penyimpanan ikan bisa mempertahankan dingin pada waktu terlalu lama kurang lebih selama 120 jam dalam suhu -3°C dan waktu terbaik untuk pendinginan selama 75 jam dengan suhu terbaik sebesar -2°C sampai -5°C . Sehingga dari hasil penelitiannya dapat dikatakan bahwa dengan adanya insulasi dengan Freon berpengaruh terhadap waktu dan suhu pendinginan.

d. Kotak Penyimpan Dingin Dari Papan Partikel Sekam Padi (Ellyawan S. Arbintarso, Khairul Muhajir, dan Andhi Sujatmiko)

- Metodologi:
Dalam percobaan ini membandingkan antara papan partikel sekam padi dan kotak dingin menggunakan gabus (Styrofoam). Pembuatan partikel sekam padi dengan bahan resin yang dicampur dengan sekam padi yang kemudian dicetak membentuk papan dengan ketebalan papan 1 cm.kemudian diuji nilai konduktivitas termalnya dan dilakukan percobaan untuk mengetahui kemampuan kotak dalam mempertahankan suhu didalam kotak.
- Hasil:
Kotak sekam padi menunjukkan kemampuan lebih sebagai kotak pendingin dibandingkan dengan kotak gabus, kotak sekam padi mempunyai kemampuan isolator lebih dari 20% diawal dan meningkat sesuai dengan berjalannya waktu..

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode berbasis percobaan dengan membuat sistem peralatan kemudian melakukan percobaan dan pengujian terhadap alat yang telah dibuat tersebut. Metodologi penulisan skripsi ini mencakup semua kegiatan yang akan dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa terhadap permasalahan pada tugas akhir.

3.2. Tahapan Pengerjaan Skripsi

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahapan awal dalam pengerjaan skripsi ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Dengan mengidentifikasi permasalahan maka akan didapatkan perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan skripsi ini. Selain itu juga terdapat batasan masalah. Hal ini bermaksud untuk lebih memusatkan topik yang ada agar tidak terlalu meluas serta memudahkan penulis dalam melakukan analisa masalah.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan beberapa literatur yang diperlukan dalam mendukung pengerjaan tugas akhir. Literatur-literatur yang diperlukan dalam menyelesaikan skripsi ini dapat diperoleh dari berbagai media, diantaranya :

- a. Buku
- b. Jurnal
- c. Laporan tugas akhir
- d. Internet
- e. Artikel

Literatur pendukung dalam pengerjaan tugas akhir ini mengenai ilmu pengolahan dan pengawetan ikan ,teknologi insulasi, penggunaan coolbox, es basah, kualitas ikan serta materi lain yang menunjang tugas akhir ini. Selain itu juga dilakukan review terhadap tugas akhir sebelumnya.

Untuk pencarian berbagai referensi dan literatur dilakukan dibeberapa tempat, diantaranya:

- a. Perpustakaan ITS
- b. Ruang Baca Fakultas Teknologi Kelautan-ITS
- c. Laboratorium *Fluid Machinery and System* (MMS) Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, FTK

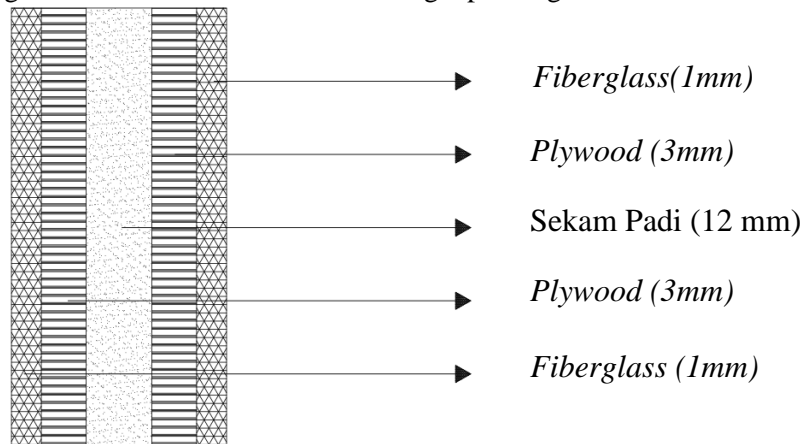
3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data untuk merancang dan menganalisa performa dari sistem pendingin ikan, yakni berupa coolbox, kapasitas coolbox, jumlah

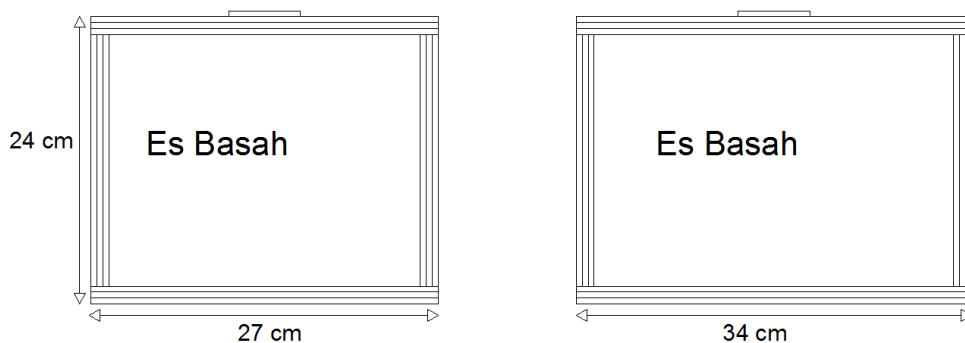
kebutuhan media pendingin yang diperlukan. Pada tahap ini dilakukan percobaan dengan skala lab untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam proses perancangan alat.

4. Perancangan Alat Pendingin

Setelah data-data didapatkan maka selanjutnya adalah membuat perancangan sistem yang menggambarkan komponen pada sistem pendingin berinsulasi sekam padi. Dimana didalam sistem pendingin ini akan diisi oleh es basah sebagai pendingin sistem.



Gambar 3. 1 Bahan Penyusun Dinding Pendingin



Gambar 3. 2 Pandangan Samping Desain Alat Pendingin

Dalam desain sistem pendingin ini akan menggunakan ukuran kotak dengan dimensi sebagai berikut :

Panjang : 34 cm
 Lebar : 24 cm
 Tinggi : 27 cm

5. Pelaksanaan Percobaan

Pada tahap ini dilakukan percobaan pada prototype. Sebelum pembuatan kotak penyimpan dingin penulis melakukan beberapa percobaan terhadap insulasi dari sekam padi. Beberapa percobaan yang dilakukan terhadap insulasi sekam padi adalah konduktivitas termal, massa jenis, dan kekuatan (*Bending Strength Test*). Percobaan dilakukan dengan cara memvariasikan komposisi dari sekam padi, semen putih dan air. Variasinya secara berurutan sekam padi : semen putih : air adalah 1:1:2.5 , 1:2:2.5 , 1:3:2.5 , 1:4:2.5. Setelah melakukan pengujian terhadap insulasi sekam padi akan dipilih komposisi terbaik yang akan dilanjutkan dengan pembuatan kotak pendingin dengan ukuran 34cm x 24cm x 27cm. Dari percobaan ini akan diketahui berapa lama waktu yang dihasilkan untuk mempertahankan temperatur dalam keadaan dingin. Pembuatan kotak pendingin menggunakan insulasi sekam padi.

6. Analisa Hasil Percobaan

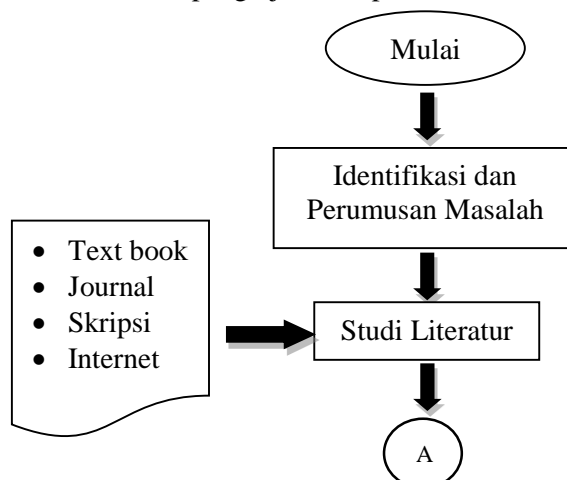
Dari hasil percobaan yang dilakukan maka selanjutnya adalah melakukan analisa terhadap hasil dari percobaan yang telah dilakukan. Data-data yang diperoleh akan dianalisa dan dilakukan perbandingan antara beberapa percobaan. Kemudian dibuat grafik perbandingan tiap percobaan . Sehingga bisa diketahui apakah pendinginan dengan sistem insulasi menggunakan bahan sekam padi dapat menghasilkan pendinginan yang lebih lama ataupun sebaliknya dan apakah pendinginan dengan sistem ini bisa menjaga temperatur tetap konstan.

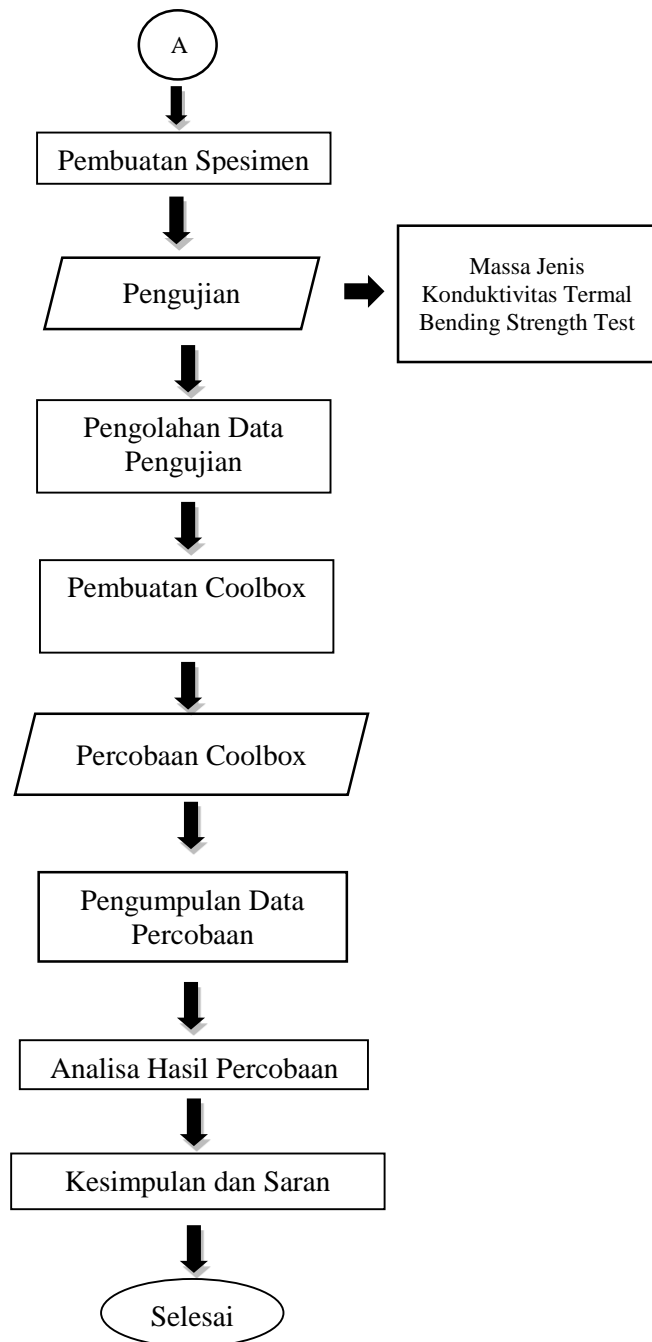
7. Kesimpulan

Kesimpulan akan menjawab dari tujuan tugas akhir ini. Selanjutnya juga memberikan saran terkait penelitian selanjutnya dengan harapan adanya perbaikan pada penelitian yang sama.

3.3. Flowchart Pengerjaan Skripsi

Adapaun flow chart pengerjaan skripsi yang digunakan untuk mempermudah proses pelaksanaan dan pengerjaan skripsi.





BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Spesimen Uji

Sebelum pembuatan coolbox penulis melakukan beberapa pengujian terhadap insulasi dari sekam padi. Beberapa pengujian yang dilakukan terhadap insulasi sekam padi adalah massa jenis, konduktifitas termal, dan kekuatan lentur (*Bending Strenght Test*).

4.1.1. Pembuatan Spesimen untuk Pengujian Massa jenis

Ukuran spesimen untuk pengujian massa jenis adalah 5 cm x 5 cm x 1.5 cm. pembuatan spesimen dibuat didalam cetakan yang terbuat dari seng. Proses pembuatan spesimen nya adalah sebagai berikut:

- a. Partikel sekam padi dari penggilingan padi dikumpulkan
- b. Menyediakan semen putih dan air yang dipakai untuk dicampurkan dengan sekam
- c. Spesimen yang dibuat dari sekam padi dicampurkan dengan semen putih dengan perbandingan antara sekam : semen putih : air adalah 1 : 1 : 2.5 , 1 : 2 : 2.5 , 1 : 3 : 2.5 dan 1 : 4 : 2.5. Kandungan sekam dan airnya dibuat sama yaitu untuk sekam dengan berat 10gr dan air 25 gr. Sedangkan semen dengan variasi 10 gr, 20gr, 30 gr, dan 40 gr.
- d. Proses pembuatan nya antara lain: (1) Partikel sekam padi dicampurkan dengan semen putih dan air lalu diaduk sampai merata. (2) pembuatan spesimen dibuat di dalam seng yang telah dibentuk dengan ukuran 5cm x 5cm x 1.5cm ,kemudian campuran bahan spesimen dimasukkan ke dalam seng dan di tekan sampai padat. (4) setelah spesimen sudah berbentuk kotak maka spesimen di keringkan dibawah terik matahari kurang lebih 7 hari (5) setelah proses pengeringan selesai maka spesimen dapat dilepaskan dari lempengan besi dan dilakukan percobaan.

Berikut merupakan foto hasil pembuatan spesimen :



Gambar 4. 1 Spesimen untuk pengujian Massa Jenis

4.1.2. Pembuatan Spesimen untuk uji konduktifitas termal

Ukuran spesimen untuk pengujian konduktifitas termal dengan tinggi 5 cm dan diameter 4 cm. pembuatan spesimen dibuat didalam cetakan yang terbuat pipa yang telah disesuaikan ukurannya. Proses pembuatan spesimen nya adalah sebagai berikut:

- Partikel sekam padi dari penggilingan padi dikumpulkan
- Menyediakan semen putih dan air yang dipakai untuk dicampurkan dengan sekam
- Spesimen yang dibuat dari sekam padi dicampurkan dengan semen putih dengan perbandingan antara sekam : semen putih : air adalah 1 : 1 : 2.5 , 1 : 2 : 2.5 , 1 : 3 : 2.5 dan 1 : 4 : 2.5. Kandungan sekam dan airnya dibuat sama yaitu untuk sekam dengan berat 12 gr dan air 30 gr. Sedangkan variasi untuk semen adalah 12 gr, 24 gr, 36 gr, dan 48 gr.
- Proses pembuatan nya adalah: (1) Partikel sekam padi dicampurkan dengan semen putih dan air lalu diaduk sampai merata. (2) pembuatan spesimen dibuat di dalam pipa pvc yang telah dibentuk dengan tinggi 5 cm dan diameter 4 cm kemudian campuran bahan spesimen dimasukkan ke dalam pipa dan di tekan sampai padat. (4) setelah spesimen sudah dipadatkan maka spesimen di keringkan dibawah terik matahari kurang lebih 7 hari (5) setelah proses pengeringan selesai maka spesimen dapat dilepaskan dari cetakan dan dilakukan percobaan.

Berikut merupakan foto hasil pembuatan spesimen :



Gambar 4. 2 Spesimen untuk pengujian konduktifitas termal

4.1.3. Pembuatan Spesimen untuk *Bending Strength Test*

Ukuran spesimen untuk pengujian bending berdasarkan standar JIS A 5908 (2003) dengan ukuran spesimen adalah 20 cm x 5 cm x 1 cm. Pembuatan spesimen dibuat didalam cetakan yang terbuat dari seng yang disesuaikan dengan ukuran spesimen. Proses pembuatan spesimen nya adalah sebagai berikut:

- Partikel sekam padi dari penggilingan padi dikumpulkan
- Menyediakan semen putih dan air yang dipakai untuk dicampurkan dengan sekam
- Spesimen yang dibuat dari sekam padi dicampurkan dengan semen putih dengan perbandingan antara sekam : semen putih : air adalah 1 : 1 : 2.5 , 1 : 2 : 2.5 , 1 : 3 : 2.5 dan 1 : 4 : 2.5. Kandungan sekam dan airnya dibuat sama yaitu untuk sekam

dengan berat 28 gr dan air 70 gr. Sedangkan semen dengan variasi 28 gr, 56 gr, 84 gr, dan 112 gr.

- d. Proses pembuatan nya antara lain: (1) Partikel sekam padi dicampurkan dengan semen putih dan air lalu diaduk sampai merata. (2) pembuatan spesimen dibuat di dalam seng yang telah dibentuk dengan ukuran 20 cm x 5 cm x 1 cm ,kemudian campuran bahan spesimen dimasukkan ke dalam seng dan di tekan sampai padat. (4) setelah spesimen sudah berbentuk kotak maka spesimen di keringkan dibawah terik matahari kurang lebih 7 hari (5) setelah proses pengeringan selesai maka spesimen dapat dilakukan percobaan.

Berikut merupakan foto hasil pembuatan spesimen :



Gambar 4. 3 Spesimen untuk pengujian Beban Lentur

4.2. Pengujian Spesimen

4.2.1. Pengujian Massa Jenis

Menurut KBBI massa jenis merupakan pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi) akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air). Sehingga rumusan dari massa jenis adalah :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dimana:

ρ = Massa jenis (gr/cm³)

m = Massa (gr)

V = Volume (cm³)

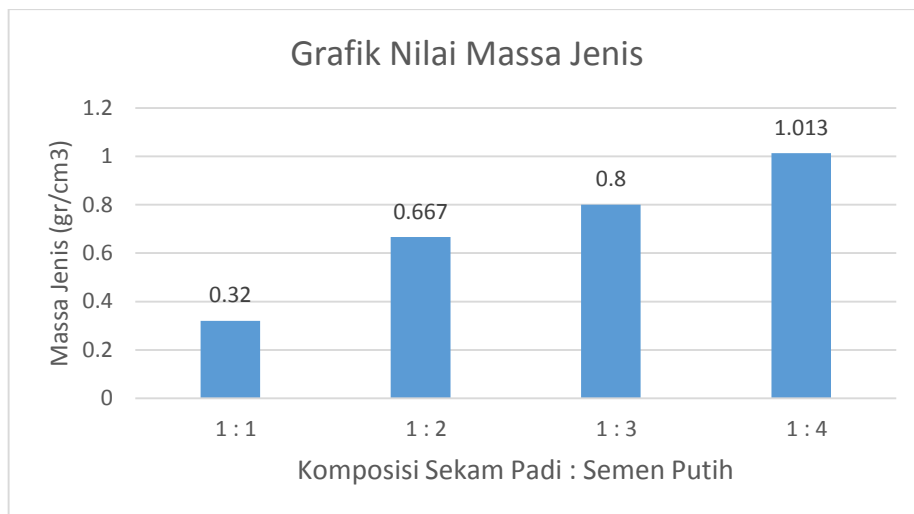
Pengujian massa jenis dilakukan dengan penimbangan spesimen yang sudah jadi menggunakan timbangan analog. Setelah mendapatkan hasil dari penimbangan maka akan akan dihitung berdasarkan rumus diatas.

Berdasarkan hal diatas didapatkan hasil dari pengujian spesimen adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil pengujian

Parameter Uji	Perbandingan (Sekam : Semen Putih)			
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 4
Massa (gr)	12	25	30	38
Massa jenis (gr/cm ³)	0.32	0.667	0.8	1.013

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa dengan semakin banyaknya semen yang dicampurkan kedalam komposisi akan menambah massa dari spesimen. Dari tabel dapat dilihat bahwa spesimen yang memiliki nilai massa jenis terbaik adalah pada perbandingan 1:1 dengan nilai 0,32 gr/cm³ karena memiliki massa yang ringan dibanding dengan komposisi lain dan dengan bobot yang ringan sangat baik dipilih apabila diaplikasikan dikapal ikan .

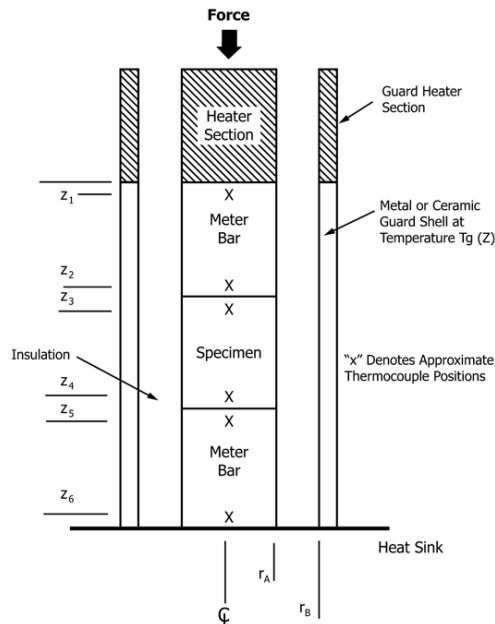


Gambar 4. 4 Grafik Nilai Massa Jenis

4.2.2. Pengujian Konduktifitas Termal

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa Departemen Teknik Mesin FTI-ITS dengan alat pengukur nilai konduktivitas termal yang merujuk pada standar ASTM e1225-13. Pengujian konduktivitas termal dilakukan dengan menempatkan spesimen diantara batangan logam tembaga panas dan tembaga dingin. Kemudian probe termokopel dipasang pada setiap bagian logam panas, spesimen dan logam dingin.

Pengujian sifat termal pada komposit menggunakan standart ASTM E 1225-13, metode pengujian ini menjelaskan teknik steady untuk mencari nilai konduktivitas termal. Proses pengujian dapat dilihat pada skema gambar berikut ini:



Gambar 4. 5 Skema Pengujian Spesimen

Konduktivitas termal (k) merupakan suatu besaran intensif bahan yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan panas. Konduksi termal adalah suatu fenomena transport dimana perbedaan temperatur menyebabkan transfer energi termal dari satu daerah benda panas ke daerah yang sama pada temperatur yang lebih rendah. Menurut ASTM E 1225-13 menghitung laju kalor pada bahan referensi sebagai berikut :

- Pada bahan referensi meter bar atas (*top bar*)

$$q'_T = \lambda_M \cdot \frac{T_2 - T_1}{Z_2 - Z_1}$$

- Pada bahan referensi meter bar bawah (*bottom bar*) :

$$q'_B = \lambda_M \cdot \frac{T_6 - T_5}{Z_6 - Z_5}$$

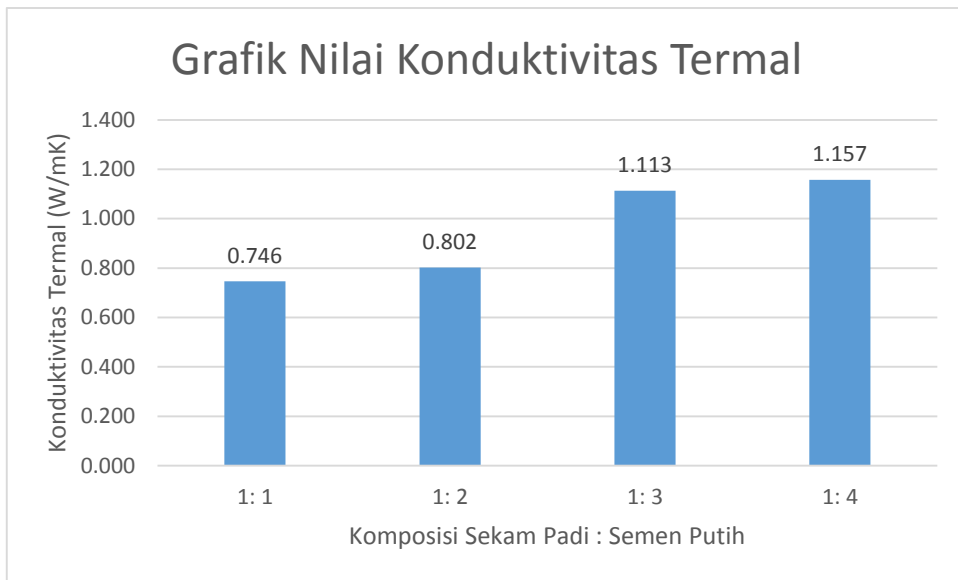
- Berdasarkan kedua persamaan diatas, untuk menghitung nilai konduktivitas termal spesimen menggunakan rumus berikut :

$$\lambda'_S = \frac{(q'_T + q'_B)(Z_4 - Z_3)}{2(T_4 - T_3)}$$

Berikut merupakan tabel dari hasil pengujian Konduktivitas termal :

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Konduktivitas Termal

Parameter Uji	Sekam Padi : Semen Putih			
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 4
Konduktivitas Termal (W/mK)	0.746	0.802	1.113	1.157



Gambar 4. 6. Grafik Nilai Konduktivitas Termal

Berdasarkan hasil pengujian seperti yang terlihat pada tabel 4.3 diatas, dapat dilihat bahwa setiap perbandingan komposisi memiliki nilai konduktivitas termal yang berbeda-beda. Nilai konduktivitas termal terendah pada komposisi 1:1 dengan nilai 0.746 W/mK dan nilai konduktivitas termal tertinggi adalah pada komposisi 1:4 dengan nilai 1,157 W/mK.

Pada Grafik diatas didapatkan nilai konduktivitas termal terbaik sebagai isolasi adalah pada perbandingan komposisi sekam padi dan semen putihnya adalah 1:1 yang memiliki nilai konduktivitas termal 0,746 W/mK. Namun nilai konduktivitas termal tersebut tidak sesuai dengan dengan syarat karakteristik termal sebagai isolator yaitu berkisar antara 0,034 – 0,21 W/ mK (Kreith,1976) dalam Arbintarso (2008). Hal ini dapat terjadi karena jumlah semen yang dicampurkan semakin banyak maka konduktivitas termalnya juga akan semakin tinggi dikarenakan semen memiliki nilai konduktivitas termal 0,9 W/mK. Dalam ASTM E 1225-13 menyebutkan bahwa rentang nilai konduktivitas termal yang dapat dihitung adalah 0,2 W/mK sampai 200 W/mK. Untuk pengujian dibawah rentang 0,2 W/mK masih bisa dilakukan tetapi akurasi dari pengukuran akan berkurang.

4.2.3. Pengujian Beban Lentur (*Bending Strength Test*)

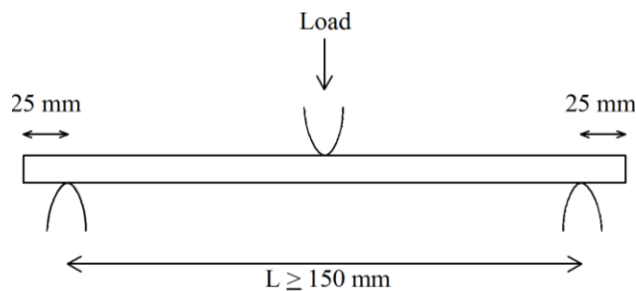
Pengujian dilakukan berdasarkan standart JIS A 5908 (2003). Spesimen uji berukuran 5 cm x 20 cm x 1 cm pada kondisi udara kering yang dibentangkan dengan sangga 15 kali dari tebal nominal tapi tidak kurang dari 15 cm dan kemudian pembebanan dilakukan ditengah-tengah jarak sangga. Pada pengujian ini, dilakukan pembebanan sampai keadaan patah dengan kecepatan pembebanan 10 mm/menit.

Nilai *Bending Strength Test* dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Bending Strength Test (N/mm}^2\text{)} = \frac{3PL}{2bt^2}$$

Keterangan :

P : Maximum Load (N)
 L : Panjang Spesimen (mm)
 b : Lebar spesimen (mm)
 t : Tebal Spesimen (mm)



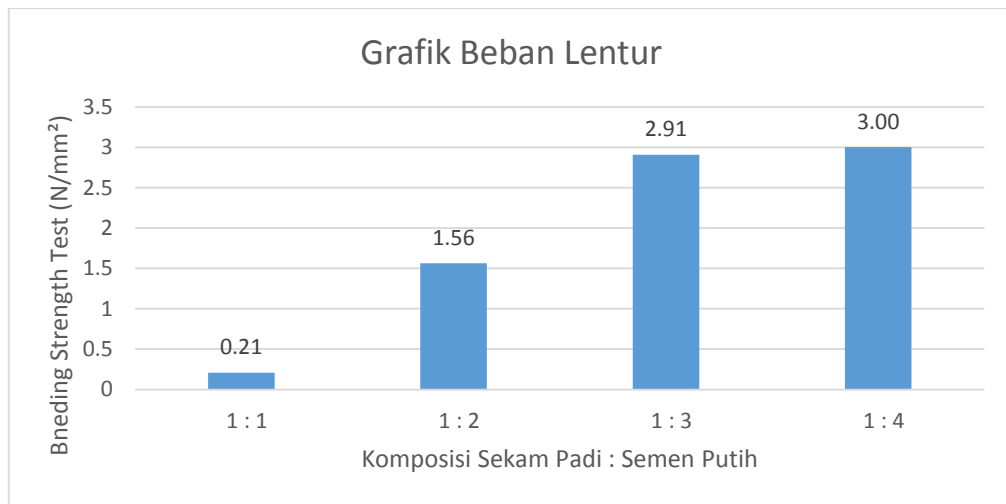
Gambar 4. 7. Pengujian Bending Strenght Test

Pengujian ini dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya (Baristand). Berikut merupakan hasil dari pengujian yang dilakukan :

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Beban Lentur

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji											
			1 : 1			1 : 2			1 : 3			1 : 4		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Uji Lentur													
	Jarak Tumpuan	mm	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	Beban Lentur	N	0.17	0.22	0.24	1.87	1.35	1.47	2.82	2.28	3.63	3.03	3.23	2.75
	Rata-Rata	N	0.21			1.56			2.91			3.00		

Beban lentur yang dihasilkan dari pengujian menunjukkan nilai yang berbeda pada setiap spesimen. Nilai beban lentur yang paling tinggi didapatkan oleh spesimen 1:4 yaitu dengan rata-rata 3 N/mm².



Gambar 4. 8. Grafik Nilai Beban Lentur

Nilai beban lentur pada spesimen pada penelitian ini lebih rendah dari yang disyaratkan oleh JIS A 5908 (2003) yaitu $> 8 \text{ N/mm}^2$. Hal ini diduga disebabkan oleh penyebaran partikel didalam lembaran tidak merata sehingga terdapat rongga kosong yang tidak terlapisi oleh semen dengan sempurna sehingga nilai beban lentur yang dihasilkan rendah. Jumlah semen sangat berpengaruh pada kekuatan dari spesimen karena semakin besar jumlah semen nya maka kekuatannya akan semakin tinggi. Terlihat pada grafik diatas bahwa semakin banyak semen yang dicampurkan akan membuat nilai kekuatan spesimen semakin tinggi.

4.3. Pembuatan Coolbox

Setelah melakukan beberapa pengujian diatas maka langkah selanjutnya adalah pembuatan Coolbox. Dalam pembuatan coolbox harus berpatokan pada hasil pengujian diatas. Berikut merupakan tabel dari hasil pengujian:

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian

Komposisi (Sekam : Semen)	Pengujian		
	Massa Jenis (gr/cm ³)	Konduktivitas Termal (W/mK)	Beban Lentur (N/mm ²)
1 : 1	0.32	0.746	0.21
1 : 2	0.667	0.802	1.56
1 : 3	0.8	1.113	2.91
1 : 4	1.013	1.157	3.00

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa komposisi yang baik dijadikan sebagai isolasi pada coolbox adalah pada komposisi 1:1. Pada komposisi 1:1 memiliki nilai

konduktivitas termal rendah yang baik diterapkan pada aplikasi untuk isolasi dan juga memiliki massa jenis yang lebih kecil dibandingkan komposisi yang lain. Namun pada perbandingan komposisi 1 : 1 memiliki kelemahan pada kekuatannya yang rendah. Oleh karena itu untuk mengantisipasi kekuatan yang rendah tersebut maka akan diberi tambahan kekuatan dari triplek yang dijadikan sebagai dinding pada coolbox ini. Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan Coolbox :

- a. Mempersiapkan papan triplek yang sudah dipotong sesuai dengan dimensi dari coolbox. Pemotongan dilakukan dengan memotong tripek menjadi kotak bagian luar dengan ukuran 34 cm x 24 cm x 27 cm dan kotak bagian dalam dengan ukuran 30 cm x 20 cm x 25 cm. Karena pada celah diantara dua kotak tersebut akan diisi sebagai tempat isolasinya.
- b. Setelah memotong papan triplek kemudian merekatkan antara sisi triplek sehingga membentuk kotak.
- c. Langkah selanjutnya adalah membuat campuran antara sekam dengan semen putih yang dibuat dengan perbandingan komposisi 1 : 1 yang telah dipilih setelah melakukan pengujian diatas.
- d. Setelah campuran sekam dan semen putih tercampur sempurna maka akan dimasukkan diantara celah kotak luar dan kotak dalam.
- e. Setelah campuran sudah mengisi ruang tersebut maka kotak akan dikeringkan selama kurang lebih 7 hari sebelum dilakukan pelapisan dengan fiberglass.
- f. Setelah isolasi pada kotak sudah kering maka akan dilapisi dengan fiberglass dan ditunggu sampai kering kurang lebih satu hari.
- g. Kemudian kotak sudah bisa digunakan dan dilakukan penelitian.



Gambar 4. 9 Coolbox dengan Insulasi dari Sekam Padi

4.4. Percobaan Coolbox

4.4.1. Peralatan dan Bahan yang Digunakan

Sebelum percobaan dilakukan, ada beberapa peralatan dan bahan yang digunakan untuk mendukung berlangsungnya percobaan. Berikut merupakan peralatan dan bahan yang digunakan, diantaranya :

a. Coolbox

Coolbox adalah alat yang biasanya digunakan untuk menyimpan makanan seperti ikan segar, buah dan sayuran. Biasanya coolbox dilapisi dengan Styrofoam atau polyurethane. Bahan ini digunakan untuk dapat menahan masuk dan keluarnya udara panas dari coolbox. Pada penelitian ini, ada dua buah coolbox yang digunakan yaitu Coolbox menggunakan insulasi dari sekam padi dan Coolbox dari Styrofoam.



Gambar 4. 10 Coolbox menggunakan insulasi dari Sekam



Gambar 4. 11 Coolbox menggunakan Styrofoam

b. Thermometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu.



Gambar 4. 12 Termometer

c. Es Basah

Pada percobaan ini digunakan sebanyak 3 kg es basah. Es basah langsung dimasukkan kedalam masing-masing Coolbox.



Gambar 4. 13. Es Basah pada Coolbox

4.4.2. Langkah Percobaan

Setelah menyiapkan alat dan bahan, percobaan bisa dilakukan. Pada pengerjaan tugas akhir ini percobaan dilakukan dengan membandingkan ketahanan dari es didalam coolbox sekam padi dan coolbox dari Styrofoam. Berikut merupakan langkah-langkah percobaannya :

- a. Persiapkan semua alat dan bahan
- b. Masukkan es balok seberat 3 kg kedalam coolbox.

- c. Persiapkan thermometer pada setiap kotak dan pastikan thermometer terpasang dengan baik.
- d. Thermometer dipasang dalam posisi menggantung dan tidak bersentuhan langsung dengan es balok maupun air dari hasil mencairnya es balok. Hal ini dimaksudkan agar thermometer membaca temeperatur ruangan dalam coolbox.
- e. Thermometer juga dipasang dipasang diruangan tempat dilakukannya percobaan untuk mengetahui temperatur ruangan.
- f. Catat temperatur yang ditunjukkan oleh thermometer sekaligus waktunya. Percobaan ini dilakukan selama 24 jam.
- g. Analisa data yang didapat dari percobaan.



Gambar 4. 14 Proses pengukuran temperatur Coolbox

4.5. Analisa Hasil Percobaan

Coolbox yang berinsulasi sekam padi dan coolbox Styrofoam diisi dengan masing-masing 3 kg es basah. Pengukuran yang dilakukan mengacu pada *one day fishing* yaitu selama 24 jam. Hasil pengukuran ditunjukkan seperti tabel berikut :

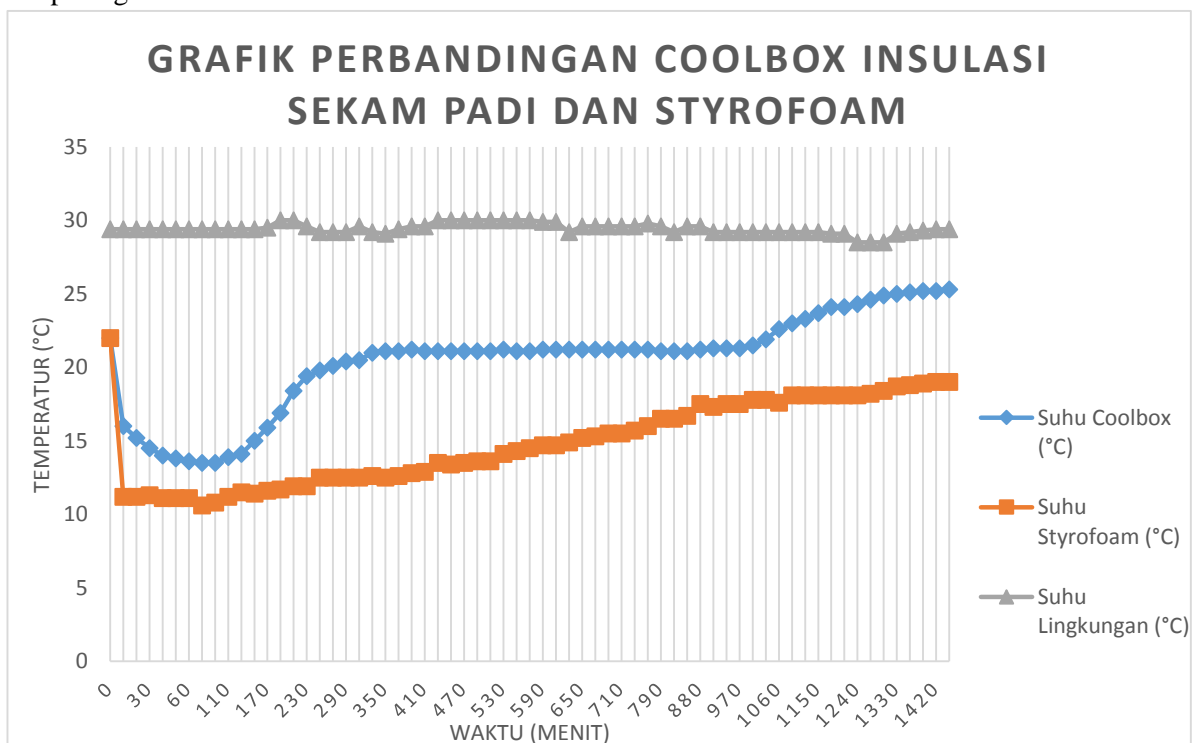
Tabel 4. 5 Pengukuran temperatur didalam dan diluar Coolbox

No	Waktu (Menit)	Suhu Coolbox (°C)	Suhu Styrofoam (°C)	Suhu Lingkungan (°C)
1	0	22	22	29.4
2	10	16	11.2	29.4
3	20	15.2	11.2	29.4
4	30	14.5	11.3	29.4
5	40	14	11.1	29.4
6	50	13.8	11.1	29.4
7	60	13.6	11.1	29.4
8	70	13.5	10.6	29.4
9	90	13.5	10.8	29.4

10	110	13.9	11.2	29.4
11	130	14.1	11.5	29.4
12	150	15	11.4	29.4
13	170	15.9	11.6	29.5
14	190	16.9	11.7	30
15	210	18.4	11.9	30
16	230	19.4	11.9	29.6
17	250	19.8	12.5	29.2
18	270	20.1	12.5	29.2
19	290	20.4	12.5	29.2
20	310	20.5	12.5	29.6
21	330	21	12.6	29.2
22	350	21.1	12.5	29.1
23	370	21.1	12.6	29.4
24	390	21.2	12.8	29.6
25	410	21.1	12.9	29.6
26	430	21.1	13.5	30
27	450	21.1	13.4	30
28	470	21.1	13.5	30
29	490	21.1	13.6	30
30	510	21.1	13.6	30
31	530	21.2	14.1	30
32	550	21.1	14.3	30
33	570	21.1	14.5	30
34	590	21.2	14.7	29.9
35	610	21.2	14.7	29.9
36	630	21.2	14.9	29.2
37	650	21.2	15.2	29.6
38	670	21.2	15.3	29.6
39	690	21.2	15.5	29.6
40	710	21.2	15.5	29.6
41	730	21.2	15.7	29.6
42	760	21.2	16	29.8
43	790	21.1	16.5	29.6
44	820	21.1	16.5	29.2
45	850	21.1	16.7	29.6
46	880	21.2	17.5	29.6
47	910	21.3	17.3	29.2
48	940	21.3	17.5	29.2
49	970	21.3	17.5	29.2
50	1000	21.5	17.8	29.2
51	1030	21.9	17.8	29.2
52	1060	22.6	17.6	29.2

53	1090	23	18.1	29.2
54	1120	23.3	18.1	29.2
55	1150	23.7	18.1	29.2
56	1180	24.1	18.1	29.1
57	1210	24.1	18.1	29.1
58	1240	24.3	18.1	28.5
59	1270	24.6	18.2	28.5
60	1300	24.9	18.4	28.5
61	1330	25	18.7	29.1
62	1360	25.1	18.8	29.2
63	1390	25.2	18.9	29.3
64	1420	25.2	19	29.4
65	1440	25.3	19	29.4

Dalam pengukuran dan pengamatan selama 24 jam dengan suhu ruangan rata-rata adalah 29°C. Setelah didapatkan hasil dari kedua percobaan maka akan dilakukan perbandingan data yang diperoleh dari percobaan coolbox sekam padi dan coolbox Styrofoam. Sehingga dapat dianalisa pengaruh insulasi sekam padi terhadap waktu dan suhu pendinginan dan akan diketahui lebih baik coolbox menggunakan insulasi sekam padi atau coolbox Styrofoam. Berikut adalah grafik hasil percobaan yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. 15 Grafik perbandingan temperatur Coolbox Sekam padi dengan Coolbox Styrofoam

Dari grafik perbandingan diatas dapat dianalisa bahwa pada percobaan menggunakan coolbox styrofoam dan es basah sebagai media pendingin sebanyak 3 kg, dengan waktu pendinginan selama 1440 menit (24 jam) didapatkan suhu terendah yang dihasilkan adalah 10,6 °C pada menit ke-70 (1jam 10 menit). Temperatur tertinggi yang dihasilkan didalam coolbox adalah 19 °C pada menit ke 1440 (24jam).

Pada percobaan dengan menggunakan sekam padi sebagai insulasi pada coolbox dengan media pendingin berupa es basah sebanyak 3 kg, dalam waktu pendinginan selama 24 jam dihasilkan suhu terendah 13,5 °C pada menit ke-70 (1 jam 10 menit) dimana lebih tinggi dari percobaan menggunakan Styrofoam. Kestabilan temperature didalam coolbox terjadi pada menit ke 350 (5jam 50 menit) sampai menit ke-970 (16 jam 10 menit) berkisar pada 21.1 °C . Dari kedua percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa percobaan yang menggunakan insulasi dari sekam padi tidak lebih baik dari percobaan menggunakan coolbox Styrofoam.

Seperti yang diketahui sebelumnya bahwa semakin kecil nilai konduktivitas termalnya maka semakin lama proses perpindahan panas dan semakin bagus proses pendinginannya. Berdasarkan hasil pengujian konduktivitas termal pada subbab 4.2.2 didapatkan nilai konduktivitas termal pada komposisi sekam padi dan semen yang dipilih adalah 0,746 W/ mK dimana lebih besar dari konduktivitas termal dari Styrofoam yang bernilai 0,03 W/ mK. Pada standard ASTM E 1225-13 menyebutkan bahwa rentang nilai konduktivitas yang dapat dihitung adalah 0,2 W/mK sampai 200 W/mK.

Beberapa hal lain yang menjadi penyebab tingginya nilai konduktivitas termal yang berdampak tidak bagusnya hasil dari percobaan coolbox adalah campuran dari isolasinya yang terdiri dari sekam padi, semen putih dan air. Dari campuran tersebut dapat diketahui bahwa nilai konduktivitas termal dari semen putih adalah 0,9 W/mK dan nilai konduktivitas air adalah 0,58 W/mK jadi sangat mempengaruhi nilai konduktivitas termal dari campuran sekam padi dan semen putih. Penyebab lainnya dikarenakan tidak lakukannya pengujian kadar air sehingga dapat ditarik hipotesa akan adanya kandungan air yang terperangkap didalam isolasi sekam padi sehingga dari sela-sela yang mengandung air dapat menghantarkan panas dengan baik dan membuat nilai konduktivitas termal dari isolasi semakin tinggi dan menyebabkan buruknya hasil pengujian pada coolbox, syarat sebagai isolasi pendingin yang baik adalah memiliki nilai konduktivitas termal yang rendah.

Untuk mengatasi permasalahan diatas ada beberapa cara yang bisa digunakan untuk mengganti perekat yang digunakan oleh penulis diantaranya adalah penggunaan lem pvac sebagai perekat. Penggunaan lem ini diharapkan dapat lebih baik dibandingkan penggunaan semen putih sebagai perekat. Dalam pengaplikasiannya lem pvac tidak menggunakan air sebagai campurannya yang berbeda dengan semen yang membutuhkan air. Dan diharapkan penggunaan lem pvac sebagai perekat pada isolasi sekam padi bisa membuat coolbox dapat mempertahankan dingin lebih lama dibandingkan Styrofoam.

Cara lain yang bisa digunakan adalah dengan menggunakan teknologi perekatan tanpa perekat atau disebut dengan nama *binderlessboard* dimana cara ini banyak digunakan dalam pembuatan papan partikel. Penelitian dengan metode ini telah dilakukan dengan menggunakan kenaf inti, ampas tebu, serat kelapa, rumput gajah dan spruce serta pinus. Bahan baku bukan kayu banyak diteliti dengan pertimbangan bahan tersebut mengandung hemiselulosa yang mempunyai peran sangat penting dalam proses *self-bonding*. Metode yang biasa digunakan adalah metode pengempaan panas pada

spesimen. Teknologi perekatan tanpa perekat ini masih belum banyak berkembang di Indonesia. Dengan metode ini diharapkan nilai konduktivitas termal dari sekam padi tidak terpengaruh dengan adanya bahan perekat. Sehingga hasil percobaan lebih baik dari pada percobaan yang menggunakan semen putih sebagai perekatnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari percobaan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian didapatkan komposisi dari sekam dan semen putih yang terbaik dan yang dipilih menjadi isolasi pada coolbox dengan komposisi 1 : 1. Karena memiliki massa jenis yang rendah yaitu $0,32 \text{ gr/cm}^3$ lebih baik dari komposisi yang lain dan memiliki nilai konduktivitas termal yang baik dibandingkan dengan komposisi yang lain dengan nilai $0,746 \text{ W/mK}$. Namun memiliki kekurangan pada nilai kekuatan lenturnya (*Bending Strength Test*) yaitu hanya $0,21 \text{ N/mm}^2$ dimana komposisi 1 : 4 memiliki nilai yang lebih baik yaitu 3 N/mm^2 . Dalam mengantisipasi nilai kekuatan yang rendah maka coolbox diberi dinding yang terbuat dari triplek.
2. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar semen memberikan pengaruh terhadap kualitas dari isolasi yang menggunakan sekam padi. Semakin banyak semennya maka kemampuan sekam sebagai isolasi semakin rendah.
3. Dalam waktu pendinginan selama 24 jam didapatkan suhu terendah dari percobaan menggunakan coolbox berinsulasi sekam padi adalah $13,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Dan pada percobaan dengan menggunakan coolbox Styrofoam dengan temperature terendah $10,6 \text{ }^\circ\text{C}$. sehingga dapat dilihat bahwa penggunaan semen putih sebagai perekat pada insulasi dari sekam padi tidak lebih baik dari coolbox Styrofoam.

5.2. Saran

1. Sebelum membuat campuran sekam padi sebagai isolasi sebaiknya partikel sekam padi yang digunakan digiling terlebih dahulu untuk menghilangkan rongga kosong antara partikel sekam padi.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan cara penggunaan perekat lain yang lebih baik dari perekat yang dipakai penulis.
3. Penelitian sebaiknya dilanjutkan dengan pengujian kadar air dan daya tahan komposit terhadap pelapukan dan waktu.

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- A. A. Aziz (2012).Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Menggunakan Es Kering. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sondana,Agung (2013). Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Teknologi Insulasi Vakum. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Dinda Putra ,Indaswara (2013) .Modifikasi Coolbox Dengan Insulasi Pendinginan Freon Pada Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya .
- S. Arbintarso, Ellyawan. Muhajir,Khairul. Sujatmiko,Andhi, 2008. Kotak Penyimpan Dingin Dari Papan Partikel Padi, Teknologi Jurusan Teknik Mesin, ST AKPRIND ,Yogyakarta.
- Japanese Standards Association A 5908 . 2003. “*Japanese Industrial Standard Particle Board*”.Annual Book of JIS
- American Society for Testing Material E 1225-13. “*Standard Test Method for Thermal Conductivity of Solids Using the Guarded Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique*”. Annual Book of ASTM.
- Ratu fortuna (2009). Kualitas Papan Semen dari Sekam Padi. Tugas akhir Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Sutigno P. 1994. Perekat dan Perekatan, Diktat Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Chandra,Andy, Miryanti,Arry, W.Budyanto, Pramudita,Andika, 2012.Isolasi Dan Karakteristik Silika Dari Sekam Padi. Universitas Katolik Prahayangan.
- Wills JH. 1965. Inorganic Adhesive and Cement. Part B Miscellaneous Inorganic Materials. dalam Adhesion and Adhesives Volume I. R. Houwink and G. Salomon, ed. Elsevier Publishing Company, London.
- Luh BS. 1991. Rice hulls.p. 269-294. In B.S. Luh (ed): Rice, Utilization, Vol. II. Van Nostrand Reinhold Publ. New York.
- Anonim, 2009, Rice Knowledge Bank, International Rice Research Institute, <<http://www.knowledgebank.irri.org/rkb/index.php/ricemilling/byproducts-andtheir-utilization/rice-husk>>.

Sutigno P. 1994. Perekat dan Perekatan, Diklat Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Departemen Kehutanan. Bogor.

Bali IA dan Prakoso. 2002. Beton Abu Sekam Padi Sebagai Alternatif Bahan Konstruksi, Jurnal Sains dan Teknologi EMAS, Jakarta ; Universitas Kristen Indonesia

LAMPIRAN



Gambar Spesimen Uji Massa Jenis



Gambar Cetakan Spesimen Uji Massa Jenis



Gambar Spesimen Uji Konduktivitas Termal



Gambar Cetakan Spesimen Uji Konduktivitas Termal



Gambar Spesimen Uji Beban Lentur



Gambar Cetakan Spesimen Uji Beban Lentur



Gambar Peralatan Uji Konduktivitas Termal



Gambar Proses Pembuatan Coolbox



Gambar Coolbox Sekam Padi sebelum dilapisi fiberglass



Gambar Coolbox Sekam Padi setelah dilapisi fiberglass



Gambar Penyusunan Es Basah Pada Coolbox



Gambar Proses Pengujian Coolbox

Waktu Percobaan Awal : 11.20

Beban Es 3 kg

NO	Waktu (Menit)	Suhu Coolbox (°C)	Suhu Styrofoam (°C)	Suhu Ruangan (°C)
1	0	22	22	29.4
2	10	16	11.2	29.4
3	20	15.2	11.1	29.4
4	30	14.5	11.3	29.4
5	40	14.0	11.1	29.4
6	50	13.8	11.1	29.4
7	60	13.6	11.1	29.4
8	70	13.5	10.6	29.4
9	80	13.5	10.8	29.5
10	90	13.9	11.2	29.4
11	100	14.1	11.5	29.4
12	110	15.0	11.4	29.4
13	120	15.9	11.6	29.5
14	130	16.9	11.7	30.0
15	140	18.4	11.9	30.0
16	150	19.4	11.9	29.6
17	160	19.8	12.5	29.2
18	170	20.1	12.5	29.2
19	180	20.4	12.5	29.2
20	190	20.5	12.5	29.6
21	200	21	12.6	29.2
22	210	21.1	12.5	29.1
23	220	21.1	12.6	29.4
24	230	21.2	12.8	29.6
25	240	21.1	12.9	29.6
26	250	21.1	13.5	30
27	260	21.1	13.4	30
28	270	21.1	13.5	30
29	280	21.1	13.6	30
30	290	21.1	13.6	30
31	300	21.2	14.1	30
32	310	21.1	14.3	30
33	320	21.1	14.5	30
34	330	21.2	14.7	29.9
35	340	21.2	14.7	29.9
36	350	21.2	14.9	29.2
37	360	21.2	15.2	29.6
38	370	21.2	15.3	29.6

Gambar Pengamatan Hasil Percobaan

Terakhir Ambil data pukul 09:30

No					No
	21.2	15.5	29.6		
No	Waktu (Menit)	Suhu Coolbox (°C)	Suhu Styrofoam (°C)	Suhu Ruangan (°C)	No
39	630	21.2	15.5	29.6	1
40	710	21.2	15.5	29.6	2
41	730	21.2	15.7	29.6	
42	760	21.2	16.0	29.8	
43	790	21.1	16.5	29.6	
44	820	21.1	16.5	29.2	
45	850	21.1	16.7	29.6	
46	880	21.2	17.5	29.6	
47	910	21.3	17.3	29.2	
48	940	21.3	17.5	29.2	
49	970	21.3	17.5	29.2	
50	1000	21.5	17.8	29.2	
51	1030	21.9	17.8	29.2	
52	1060	22.6	17.6	29.2	
53	1090	23.0	18.1	29.2	
54	1120	23.3	18.1	29.2	
55	1150	23.7	18.1	29.2	
56	1180	24.1	18.1	29.1	
57	1210	24.1	18.1	29.1	
58	1240	24.3	18.1	28.5	
59	1270	24.6	18.2	28.5	
60	1300	24.9	18.4	28.5	
61	1330	25.0	18.7	29.1	
62	1360	25.1	18.8	29.2	
63	1390	25.2	18.9	29.3	
64	1420	25.2	19.0	29.4	
65	1440	25.3	19.0	29.4	

Gambar Pengamatan Hasil Percobaan

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

LAPORAN PENGUJIAN

Test Report

No. 2824~2826/17/LHU/3/VI/2017

NO. ANALISA

Analisa No.

: P 2824 – P 2826

KOMODITI

Commodity

: Komposit Sekam Padi dan Semen Putih

DIBUAT UNTUK

Executed For

: Muhammad Abidin

ALAMAT

Adress

: Jl. Keputih Gg Pasar No 27 B Surabaya – Jawa Timur

DITERIMA TANGGAL

Received Date

: 26 Mei 2017

URAIAN SAMPEL

Detail of Sample

: Telah diterima 3 (tiga) buah sample komposit sekam padi dan semen putih dengan data sebagai berikut :

- | | | |
|-----------------|---|------------------------------|
| a. Ukuran, mm | : | 200 x 50 x 10 |
| b. Keadaan luar | : | Baik |
| c. Kode | : | Perbandingan 1:2 , 1:3 , 1:4 |

Sampel tersebut diatas telah dilakukan pengujian sesuai dengan permintaan

TANGGAL PENGUJIAN

Tested Date

: 7 Juni 2017

METODE UJI

Test Method

: Sesuai permintaan

METODE

PENGAMBILAN CONTOH

Sampling Method

: -

HASIL PENGUJIAN

Test Result

: Terlampir

DITERBITKAN TANGGAL

Issued Date

: 09 Juni 2017

Kepala Seksi
Pengembangan Jasa Teknik


Fatimah, SE, MM.
NIP. 196403151991032001

Halaman 1 dari 2

Page 1 of 2

Perhatian :

Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas

Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan

Kode Dok : FM – 7.09.02 1/0

Gambar Laporan Uji Lentur atau Bending Strength Test (1/2)

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

Nomor Analisa : P 2824 – P 2826
Jenis Sampel : Komposit sekam padi dan semen putih
Ukuran, mm : 200 x 50 x 10
Kode : Perbandingan 1:2 , 1:3 , 1:4

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji								
			P 2824 1:2			P 2825 1:3			P 2826 1:4		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Uji Lentur										
	- Jarak tumpuan	mm	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	- Beban Lentur	N	1,87	1,35	1,47	2,82	2,28	3,63	3,03	3,23	2,75

Catatan :

- Sampel diuji sesuai permintaan
- Sampel tidak diberi perlakuan

Surabaya, 09 Juni 2017
Laboratorium Fisika



Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan
Kode Dok : FM – 7.09.02 1/0

Gambar Laporan Uji Lentur atau Bending Strength Test (2/2)



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PERPINDAHAN PANAS DAN MASSA
JURUSAN TEKNIK MESIN – FTI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Kampus ITS Keputih-Sukolilo, Surabaya-60111 Fax (031)5922941

Surabaya, 29 Mei 2017

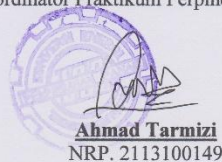
Yang bertanda tangan di bawah ini Koordinator Pratikum Perpindahan Panas menerangkan bahwa:

Nama : Muhammad Abidin
NRP : 4213100041
Fakultas : Teknologi Kelautan
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan

Telah melakukan pengambilan data Uji Konduktivitas Termal pada tanggal 13 – 21 Mei 2017 di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa Departemen Teknik Mesin FTI-ITS.

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Hormat Kami,
Koordinator Pratikum Perpindahan Panas



Ahmad Tarmizi
NRP. 2113100149

Gambar Laporan Uji Konduktivitas Termal (1/2)

Hasil Pengambilan Data

Variasi komposisi Spesimen	Set Point Termocontr	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Temperatur tiap titik (C)						Konduktivitas Termal (W/mk)
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Sekam Padi + Semen (1 : 1)	60	220	1.5	56	55.9	42.1	27.4	27.3	27	0.972
	80	220	1.5	66.3	66.2	47.4	27.1	27.3	27.1	0.702
	100	220	1.5	80	79.9	52.5	27.3	27.3	27.2	0.564
Sekam Padi + Semen (1 : 2)	60	220	1.5	58.1	58	41.3	27.1	27.3	27.2	1.006
	80	220	1.5	77.4	77.3	46.1	27.2	27.3	27.2	0.752
	100	220	1.5	89.1	89	49.5	27.6	27.3	27.3	0.647
Sekam Padi + Semen (1 : 3)	60	220	1.5	59.1	59	38.4	27.1	27.4	27.3	1.264
	80	220	1.5	70.9	70.8	39.8	27.2	27.5	27.3	1.130
	100	220	1.5	86.1	86	42.2	27.2	27.5	27.3	0.945
Sekam Padi + Semen (1 : 4)	60	220	1.5	51.4	51.3	38.6	28	27.3	27.1	1.350
	80	220	1.5	65.6	65.5	40.1	27.4	27.3	27.1	1.122
	100	220	1.5	90	89.9	41.8	27.6	27.3	27.2	0.998

Penanggung jawab

Ahmad Tarmizi
NRP.2113100149

Gambar Laporan Uji Konduktivitas Termal (2/2)

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di kota Bukittinggi provinsi Sumatera Barat pada 21 Januari 1995. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan suami istri, Ali Mukmin dan Rosmina. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Pertiwi Bukittinggi pada tahun 2000 sampai tahun 2001. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SD 14 ATTS Bukittinggi hingga lulus tahun 2007. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke MTsN 1 Bukittinggi hingga lulus tahun 2010. Dan berlanjut pada SMAN 4 Bukittinggi. Setelah lulus dari SMAN 4 Bukittinggi penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata-1 dan diterima di Departemen Teknik Sistem Perkapalan-Fakultas Teknologi Kelautan-

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SNMPTN dan terdaftar dengan NRP 4213100041. Didepartemen Teknik Sistem Perkapalan penulis mengambil bidang studi Marine Machinery and System (MMS) untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan akademis maupun non-akademis. Dalam bidang non akademis penulis aktif sebagai Staff Kementerian Kesejahteraan Mahasiswa BEM ITS periode tahun 2014-2015, Dirjen Kesehatan Kementerian Kesejahteraan Mahasiswa BEM ITS periode tahun 2015-2016. Serta penulis juga aktif dalam setiap kegiatan Marine Icon 2015 sebagai anggota Anggota Photography Contest Marine Icon 2015, anggota Anggota Robotic Boat Competition Marine Icon 2016. Dalam bidang akademis penulis aktif sebagai grader praktikum Sistem Pneumatis dalam praktikum Mesin Fluida DTSP FTK-ITS periode 2016-2017, hingga penulis bisa menyelesaikan pendidikan S1 pada tahun ajaran 2016-2017.

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”